香茅草栽植距離試驗

楊永裕　　陸之琳

作物栽植的密度爲栽培方法中最基本的問題，在單位面積土地上欲提高作物產量，增加株數爲主要方法之一，但密植結果，勢必發生各株互相對生長條件，如光線、空氣、水分及土壤營養份的競爭，以致各株不能充分生長，因而抵銷由增加株數所獲得的利益。香茅草的栽培目的爲收刈莖葉，蒸取香茅油，其單株莖葉生長量自亦隨栽植密度的增加而減少，如何在單位面積內儘量增加株數而又不致嚴重影響各株之莖葉生長，以求單位面積上能有最大的莖葉收量，則有賴於適當的栽植距離，此爲本試驗舉行之目的。

在栽培方法中，栽植密度雖甚易調整，但受品種、土壤條件、施肥量及氣象條件，乃至其他種種因素之影響；香茅草在本省多栽培於山坡地及瘠地，甚少施肥，水份供應全靠天然雨水，凡此均宜採用較密的栽植距離，同時對於遮蓋地面被雨水冲擊及在水土保持上均爲有利。

香茅草雖爲本省有數的經濟作物之一，所產香茅油在外銷農產品中亦佔相當地位，但有關此一作物之栽培改良試驗很少。據省工試所就香茅草的栽植密度試驗結果[1]，指出 30, 60 及 90cm 的株距中，以 60cm 的產草量及精油產量最高，每叢株數在 2, 4 及 6 株中，以 4 ~ 6 株較高。本文係報告在苗栗四地區所辦三年（五十二年至五十四年），對行株距試驗的結果，與此同時進行者尚有其他兩項栽培法改良試驗，即肥料試驗，覆草與施肥試驗，後者已予發表。

亦本試驗承中國農村復興聯合委員會惠予經費補助，試驗設計蒙本所徐所長水泉博士指導，田間試驗承臺灣省山地農牧局第三工作處，苗栗縣水土保持工作站及大湖農校惠予協助，謹於此一併申致謝忱。

試驗材料及方法

供試香茅草 Cymbopogon winterianus 爲本省現行栽培的爪哇系香茅草 (Jave type citronella grass)，試驗地分設苗栗四地區，與隆、龍坑、四份北及四份南區。處理行株距如下：

處理代號	行距cm	株距cm
A	70	70
B	100	100
C	100	50
D	100	30
E	120	50

小區面積 6m×7m 或 $42m^2$，設置五區集，試驗地區總面積 $1050m^2$，香茅草於五十二年三月揷植，單株植，當年10月收刈一次，五十三年及五十四年皆分別於 5 月、8 月及12月各收刈一次，在各收刈期前調查株高及分蘖數，收刈之鮮草秤重後，每小區取 6 公斤風乾，以蒸汽蒸溜二小時，所得油密封，以待進行油品質分析，此項分析悉照檢驗局所訂香茅油檢驗法進行。

試驗結果

一、生育狀況：

對分蘖數及株高之調查，均係於收刈月份進行，其結果如表一。

表一 香茅草分蘗數及株高（五重複平均）

No. of tillers and plant height

地點 Location	處理代號 Treatment	分蘗數 No. of tillers 五月 May	八月 Aug	十二月 Dec.	株高 Plant neight cm 五月 May.	八月 Aug.	十二月 Dec.
(a) 1963							
龍坑	A		8.87	18.95		65.67	80.65
	B		10.32	23.93		68.42	85.97
	C		10.52	20.83		70.65	87.70
	D		7.12	17.12		67.57	88.45
	E		11.47	23.72		70.53	86.02
興隆	A		5.67	10.08		6.38	87.80
	B		4.35	8.73		61.85	86.32
	C		5.13	10.20		60.62	83.90
	D		8.55	12.03		69.42	84.60
	E		4.55	7.35		61.30	87.25
四份(一)	A		15.51	21.13		80.58	117.42
	B		11.97	20.97		75.42	113.32
	C		12.00	18.10		74.75	113.22
	D		14.72	18.83		84.95	122.75
	E		15.43	22.50		72.92	122.93
四份(二)	A		13.50	17.35		89.92	120.15
	B		18.42	23.87		85.00	100.47
	C		13.23	17.67		88.17	117.28
	D		13.28	16.55		85.45	118.75
	E		10.92	13.88		76.40	106.65
(b) 1964							
龍坑	A	48.65	8.87	41.8	64.73	65.67	106.8
	B	74.72	10.32	50.6	77.05	68.42	108.8
	C	60.48	10.52	43.8	74.40	70.65	109.2
	D	42.23	7.12	3.7	72.75	67.57	113.8
	E	57.93	11.47	45.3	75.47	70.53	107.9
興隆	A	25.43	5.67	20.5	74.95	63.8	93.8
	B	26.20	4.35	18.1	73.70	61.85	92.1
	C	20.98	5.13	16.4	69.17	60.62	92.6
	D	30.45	8.55	18.7	85.50	69.42	104.3
	E	21.82	4.55	17.1	72.47	61.30	96.00
四份(一)	A	48.12	15.51	32.5	92.55	80.53	110.7
	B	62.93	11.97	40.2	95.80	75.42	107.6
	C	46.52	12.0	34.1	91.72	74.75	107.8
	D	42.88	14.72	30.4	96.82	84.95	112.5
	E	49.0	15.43	33.5	92.68	72.92	108.7
四份(二)	A	53.90	13.50	40.6	97.73	89.92	117.8
	B	74.93	18.42	50.5	97.82	85.0	116.7
	C	50.78	13.23	38.9	101.12	88.17	114.3
	D	41.92	13.28	29.8	96.98	85.45	112.5
	E	40.30	10.92	39.6	93.40	76.40	112.7
(c) 1965							
龍坑	A	57.8	72.18	55.66	106.9	130.1	95.76
	B	78.4	79.66	64.87	115.1	133.5	64.86
	C	70.0	73.46	61.68	115.3	132.5	61.68
	D	50.4	74.26	59.9	108.3	133.7	59.88
	E	70.0	76.54	61.66	110.8	133.4	61.68
興隆	A	42.6	40.8	22.78	100.4	115	78.3
	B	40.7	37.48	22.2	95.7	116.5	79.1
	C	31.7	34.0	18.55	90.8	113.5	78.5
	D	43.8	43.54	23.15	105.6	104.4	83.96
	E	34.8	42.68	19.73	99.3	122.54	75.96

四份(一)	A	93.9	46.76	44.11	137.4	158.2	102.42
	B	114.2	55.66	49.11	140.8	151.1	101.41
	C	93.9	39.62	46.26	139.8	147.6	99.66
	D	79.7	54.58	44.48	140.9	157.6	99.98
	E	93.6	42.14	40.75	136.4	156.8	98.08
四份(二)	A	75.3	54.28	38.35	127.2	139.2	97.66
	B	101.7	61.90	50.08	131.4	134.94	106.3
	C	81.8	55.18	43.3	130.7	134.74	98.58
	D	67.4	54.66	42.08	128.6	136.2	98.91
	E	80.1	55.34	45.00	132.7	137.9	102.33

二、鮮 草 產 量：

各地區各次收刈之鮮草量均經變方分析，凡處理均方F值測驗顯著者，進一步測驗處理間差異之顯著性，其結果見表二及表三。

表二　鮮草產量變方分析結果的處理F值

F-Value of Treatments from Analyses of Variance on Fresh Grass Yield

地點 Location	年代 year	收刈次 Cutting 1	2	3
興隆	1963	—	13.32**	—
	1964	11.46**	6.38*	7.40**
	1965	1.70	2.25	1.90
龍坑	1963	—	4.79**	—
	1964	4.18*	2.29	2.82
	1965	4.10	1.52	1.20
四份北	1963	—	22.77**	—
	1964	3.8 *	2.94*	2.00
	1965	1.20	1.20	<1
四份南	1963	—	2.54	—
	1964	2.42	2.85	1.40
	1965	<1	<1	<1

理論F值5%2.87, 1%4.43——Theoretical F-Value

表三　不同栽植距離下的鮮草產量　kg/ha

Yield of fresh grass at different spacing

處理 No. of Treatments	收刈次 Cutting 1963	1964			合計 Total	1965			合計 Total
	1	1	2	3		1	2	3	
興隆									
A	1956 b	2228 b c	5983 a	2582 b	10793	1559	3222	2447	7226
B	1174 a	1588 a b	4719 a	1371 c	7678	2788	2057	1058	5903
C	1789 b	1691 a b	5721 a	1965 c b	9377	3234	2628	1245	7107
D	3345 c	3439 c	8315 b	3497 a	15751	5165	4022	2159	11346
E	1384 a	1490 a	5154 a	1778 c b	8422	3177	2079	1245	6501
龍坑									
A	2856 a b	9401 a b	9199 a	6194 a	24794	6525	6697	3257	16479
B	1707 a	7428 c	7069 a	4182 a	18679	4859	5759	3554	14172
C	2321 a	8617 b c	9046 a	5487 a	23150	5625	5965	3279	14869
D	3690 b	10532 a	9675 a	6189 a	26396	6857	7291	3979	18127
E	2500 a b	8029 b c	8548 a	5531 a	22108	5005	6080	3419	14504
四份北									
A	4416 b	8251 a b	15938 b	6514 a	30703	6445	8182	3474	18101
B	2845 a	6423 a	15291 a b	5394 a	27108	4754	6651	3268	14673
C	2826 a b	7062 a	16571 b	6125 a	29758	5782	7337	3085	16204
D	6833 c	9657 b	15977 b	6102 a	31736	7657	8297	3634	19588
E	3721 a b	7097 a	13382 a	4822 a	25301	6697	6677	3428	16822

四 份 南									
A	5540 a	9691 a	17302 a	3999 a	30992	6239	6674	3245	16158
B	4440 a	8287 a	14331 a	3268 a	25886	5668	6537	3154	15359
C	4690 a	9229 a	15222 a	3497 a	27948	6377	6857	3222	16456
D	5502 a	9851 a	19725 a	4617 a	34193	5874	6422	3039	15335
E	3464 a	6866 a	14879 a	3314 a	25059	5599	6857	3108	15564

* 於10月收刈一次Harvested in october.

* 數字後所附字母不相同的兩處理，差異達5%顯著水準。

綜觀上表，除第二年第三次收刈及第三年各次收刈外，其餘大部份處理均方F值均達顯著水準，顯示栽植距離對產草量有顯著影響，由表三可見，四試驗地區在第一年除四份南區外，均以 A, D 兩處理產草量最高，C, E 次之，而以B處理最劣，在統計上，D處理在兩試驗區均顯著高於其他任一處理，而 A 處理通常只對最劣的 B 處理有顯著差異，與 E, C 兩處理的差異則不顯著，同時 E, C 兩處理雖較B處理爲優，但並無顯著差異，第二年試驗結果，四份北區第一期的D處理顯著高於 E, C 及 B 處理，對A則否，此四處理之間差異不顯著，第二期則 C, D, A, B 互相無顯著差異，但與E處理差異除B外均達顯著水準。興隆區三期均爲D處理顯著高於其他處理，只有第一期與A處理之差異不顯著，A處理在第一期顯著高於E處理，在第三期顯著高於B處理，龍坑區第一期最高的D處理，與 B, C 及E處理之差異皆顯著，其次爲A處理，較B處理顯著高產。此項結果與第一年甚爲一致，第三年試驗結果各處理仍有D最高產，A次之，E, C又次之，B最劣的趨勢，但處理均方測驗無一顯著，似指出各種不同行株距對產草量不影響顯著，此點將於以後討論之。

三、含　油　率：

香茅草之栽培目的係採取莖葉所含之油分。收油量係取決於莖葉產量及含油率，故行株距處理對含油率有何影響，有調查必要，由表四可見，含油率所受不同行株距的影響較不明顯，且隨收刈次別，年度及地區而互異，如第一年四份北區，B及E兩處理的含油率較高，興隆及龍坑則以A及D兩處理較高，其他各處理差異均在 0.1%以下，同樣在第二年四份南區第三期以B處理最高，四份北區第三期則B處理最低，第三年處理間差異較大，大致均以A處理含油率最高，較 C, D 及E處理平均高 0.1%以上。如四份南區第一期，四份北區第一及第三期，興隆第一及第二期，龍坑區第三期，其他各期處理間差異較小，惟龍坑區第一期處理較其他處理的含油率低 0.1%。

表四　不同栽植距離下的香茅草含油率（%）

Oil Content of Citronella grass at different spacing

處理 No. of Treatments	收刈次 Cutting								
	1963	1964			平均 Mean	1965			平均 Mean
	1*	1	2	3		1	2	3	
興　隆									
A	0.54	0.28	0.39	0.47	0.38	0.68	0.62	0.36	0.55
B	0.26	0.28	0.39	0.40	0.35	0.6	0.38	0.35	0.44
C	0.35	0.28	0.35	0.41	0.34	0.53	0.48	0.34	0.45
D	0.38	0.37	0.39	0.44	0.40	0.46	0.49	0.50	0.48
E	0.34	0.33	0.40	0.40	0.37	0.36	0.34	0.38	0.36
龍　坑									
A	0.73	0.35	0.41	0.49	0.41	0.24	0.52	0.63	0.46
B	0.58	0.28	0.41	0.52	0.40	0.25	0.46	0.60	0.47
C	0.64	0.28	0.44	0.49	0.40	0.36	0.55	0.51	0.47
D	0.72	0.36	0.41	0.47	0.41	0.38	0.52	0.49	0.46
E	0.64	0.36	0.41	0.46	0.41	0.34	0.51	0.53	0.46
四 份 北									
A	0.48	0.52	0.41	0.37	0.43	0.46	0.29	0.88	0.54
B	0.51	0.43	0.42	0.34	0.40	0.31	0.25	0.74	0.43
C	0.48	0.49	0.36	0.45	0.43	0.41	0.29	0.68	0.46
D	0.42	0.45	0.35	0.41	0.40	0.49	0.30	0.80	0.53
E	0.53	0.35	0.38	0.47	0.40	0.29	0.30	0.83	0.47

四份南									
A	0.35	0.46	0.35	0.49	0.43	0.53	0.39	0.84	0.58
B	0.38	0.49	0.32	0.52	0.44	0.43	0.33	0.90	0.55
C	0.38	0.46	0.42	0.38	0.42	0.38	0.39	0.90	0.55
D	0.38	0.41	0.39	0.39	0.39	0.37	0.39	0.83	0.53
E	0.36	0.46	0.39	0.38	0.41	0.42	0.39	0.83	0.54

* 於10月收刈。Havvested in October.

四、油　品　質：

關於油分之諸理化性質，皆曾一一測定，其中比重，旋光度、折光率、酒精溶解度數項，皆合於國家出口檢驗標準，在此僅列出兩項最重要的性質，即油分中含有的香茅醛及總醇量，由表五可見香茅醛量方面，五十二年興隆區以C處理最高，較最低之E處理約高 5.4 %，其次爲B處理，較E高 2.7 %。龍坑區則以B處理最高，較最低之D高 4.1 %，較次低之E亦高 3 %。五十三年分析結果，興隆區以 B, C 兩處理最高，較最低之D處理高約 6 %，反之，龍坑區最高之D處理較最低之E高 5 %，大致上似以B處理的香茅醛含量普遍較高，D及E處理最低，A及C居中，惟如上所述，各處理對香茅醛量之影響隨年度及地區不同略有不一致。

總醇量方面，五十三年分析結果與香茅醛量甚爲一致，五十四年則各處理間無何差異。

表五　不同栽植距離下的油分品質

Oil qualities at different spacing

地區 Location	處理 Treatments No.	香茅醛 % Citronella		總醇量 % Total Alcohol	
		1964 *	1965 *	1964	1965
興隆	A	30.06	50.65	84.19	85.38
	B	31.82	52.24	86.17	85.47
	C	34.52	52.02	88.22	84.89
	D	30.85	46.52	82.86	85.74
	E	29.08	50.16	80.78	85.43
龍坑	A	28.13	51.39	86.21	89.03
	B	30.29	53.53	88.00	89.66
	C	28.34	53.25	87.28	89.89
	D	26.14	54.39	84.57	89.91
	E	27.26	49.09	83.54	89.27

* 油分取自五十二年第二期及五十三年第一期。

The oil to be analysed was obtained from 2rd cutting in 1964 and1st cutting in 1965

結論及討論

本試驗所用的五種不同行株距處理，大致可分三類，即現行栽培方法的 100cm × 50cm 及 120cm×50cm（E及C兩處理），較此爲疏的 100cm×100cm（B處理），與較密的70cm×70 cm 及 100cm×30cm（A及D兩處理），綜合四地區三年試驗結果。普通以D處理產草量最高，再依次爲 A, C 及E處理，最低爲B處理，此一次序在各區各期收刈中均甚一致，只有極少數例外，可見不同行株距處理對產草量確有影響，即行株距愈密者產草量愈高，同時，此種影響甚爲顯著，雖然C及E兩處理之高於B處理，在統計上甚少達到顯著水準，但D處理較其他四處理大都呈顯著高產，在少數幾期與A處理之產草量不相上下。此一試驗結果指出，現行植法的行株距顯然嫌寬，如採用較密的行株距可提高草產量甚多，例如，D處理較 C, E 兩處理，在第一年四份北區增加約 3000kg/ha，在其他三區亦增加約 1000kg/ha，第二年以年總產草量計，在四份南及興隆區增加最多，約 6000～9000kg/ha，其他兩區亦增 2000～6000kg/ha，第三年因產草量較低，增加之鮮草量較低，除四份南區未呈增產效果外，其他三區約增 3000～4000kg/ha，至A處理雖較D處理的產草量低，然一般只低約1000～2000kg/ha。在此須予指出者，本試驗結果只能指出香茅草產

量隨栽植距離之縮小而增加，至於何種距離最爲適宜或且由密植而開始減收之臨界栽植距離爲何，由於試驗所用最小的密度亦即爲草產量最高者，故尙無法決定。

又自第二年第三期起之各區鮮草產量，處理間差異之統計分析皆不顯著，與前數期結果顯著者不同，此絕大部份係因植株生長較弱所致，按試驗區肥力一般較低，植物生長較弱，由表三亦可見第二年第三期以後各期產草量普遍低下，因之影響處理間產草量相差不大，而呈差異不顯著。

行株距對香茅草含油率之影響，各期結果甚不一致，其原因可能爲不同處理鮮草收刈後，放置乾燥時間不同，由於蒸餾器不足及其他原因，常有同一區集各處理的鮮草未能在同一日蒸餾，按鮮草收刈後，以曝晒乾燥1～2日收油率最高，約 0.65～0.64%，6日以上則降至 0.47%以下[2]，故各處理如不在同日蒸餾將影響其相互間比較，換言之，A處理原較B的含油率高，然因鮮草放置時間較久，遂使其含油率與B相差無幾，或甚至低於B此外，第一、二年各期處理間相差有達 0.1 %以上，故含油率是否受到行株距之影響，尙無法推定。對於測定之含油率常低於一般之 0.6 %水準，亦可謂受上述因素影響。

由於含油率相差不大，故各處理收油量仍如鮮草收量一樣，呈D最高，再次爲 A, C, E 及 B 之次序（表五），惟第三年含油率相差較大，且大致以A處理最高，照前述A處理之產草量低於D不多，故結果A處理的收油量超過D，如表所示。

表六　不同栽植距離下的香茅油收量　kg/ha

Yield of oil at different spacing

處理號 No. of Treatments	收刈次 Cutting								
	1963	1964			合計 Total	1965			合計 Total
	1*	1	2	3		1	2	3	
興隆									
A	10.56	6.24	23.37	12.25	41.86	26.46	19.98	8.8	55.24
B	3.05	4.45	18.40	15.60	38.45	16.73	7.98	3.7	28.32
C	6.26	4.74	20.16	8.05	32.95	16.93	12.60	4.2	33.28
D	12.71	9.63	33.05	15.30	57.98	23.25	9.80	10.8	43.85
E	4.71	4.92	20.85	7.13	32.9[illegible]	11.11	7.10	4.6	22.81
龍坑									
A	20.85	33.13	37.94	30.19	101.26	15.50	35.16	20.36	71.02
B	9.90	21.23	28.99	21.74	71.96	16.89	26.35	21.33	64.57
C	14.86	24.34	40.03	26.62	90.99	20.11	32.51	16.65	69.27
D	26.57	38.18	39.91	29.09	107.18	26.57	37.73	19.40	83.70
E	16.00	29.50	35.26	25.58	90.34	16.90	31.16	17.95	66.01
四份北									
A	21.20	43.32	66.54	23.78	133.64	29.81	23.53	30.55	83.91
B	14.51	28.10	64.60	18.48	111.18	14.86	16.30	24.11	55.27
C	18.36	34.96	60.49	27.26	122.71	23.71	21.09	20.98	65.78
D	28.70	43.69	56.32	24.87	124.88	36.56	24.90	29.07	90.53
E	19.72	25.02	51.86	22.79	99.67	15.11	20.09	28.29	63.49
四份南									
A	19.39	39.25	60.55	19.60	119.40	33.07	25.86	27.26	86.19
B	16.87	41.02	45.86	16.99	103.88	24.26	21.74	28.39	74.39
C	17.82	42.45	63.93	13.28	119.68	24.04	26.74	27.39	78.17
D	20.91	40.39	76.93	18.00	135.32	21.85	24.73	25.23	71.81
E	12.47	31.58	58.03	12.59	102.21	23.35	26.40	25.80	75.55

* 於10月收刈一次。Harvested in October.

香茅油之主要成分香茅醛量及總醇量方面，所受不同行株距處理之影響亦如含油率一樣，根據分析結果頗難作一結論，由試驗結果記錄看，有數期似有B處理的香茅醛含量較高，D及E處理較低之勢，兩者相差約3～6%，若然，則行株距較密對香茅醛量有不利影響，惟以影響油分性質之因素很多，必須有嚴密的控制，故對此推論尙有待進一步探究。

摘　　要

本試驗在苗栗四地區同時進行，連續三年，目的在研究香茅草的適當行株距香茅草產草量普遍隨栽植距離之縮小而增加，在五種行株距中，以 100cm×30cm D處理產草量最高，依次爲70cm×70cm（A處理），100cm×50cm（C處理），120cm×50cm（E處理），以100cm×100cm（B處理）最劣，然臨界栽植距離尙無法決定。

不同行株距對香茅草含油率之影響，各區結果頗不一致，惟第三年處理間差異較大，且大致以A處理最高，其他兩年處理間差異較小，結果收油量除第三年以A處理最高外，餘均以D處理最高，其他依次爲 A, C, E 及 B。

油分之諸理化性質中，比重、旋光度、折光率及酒精溶解度，皆合於檢驗標準，油之重要成分香茅醛量及總醇量所受行株距之影響，隨各區、各年而互異，在多數情形有B處理較高，D, E 處理較低之勢，似乎密植對香茅醛量有不利影響。

参 考 文 獻

1. 葉炳賢、林爲正(1952)香茅草之栽培採油試驗報告　　工業試驗彙刊第二集
2. W. F. Lehman and J. W. Lambert (1960). Effects of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its companents Agron. J. 52: 84.
3. 楊永裕 (1966) 香茅草覆蓋與施肥對產草量及收油量的影響農業研究 Vol. 15. No. 4,

SPACING EXPERIMENTS ON CITRONELLA GRASS

By

Y. Y. Yang and C. L. Luh

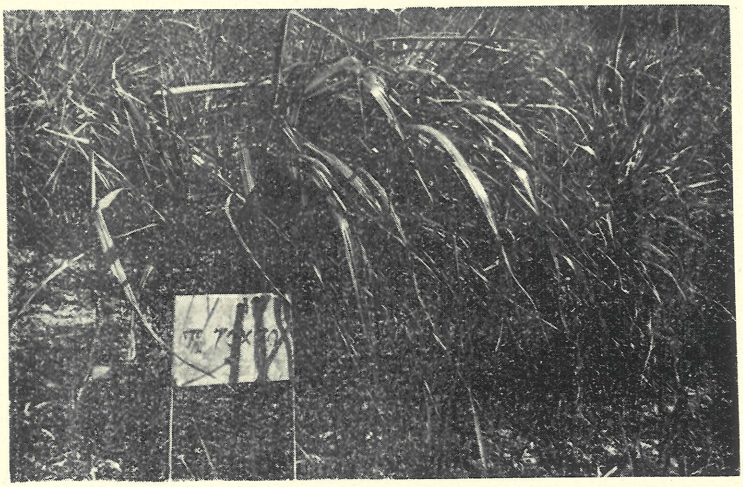
SUMMARY

To find the suitable spacing of the citronella grass, an experiment was conducted at four locations in Mioli from 1963 through 1965 by using five spacing treatments.

Results indicate that spacing was significantly influence the grass yield in all four locations. The grass yield of five treatments was in the order as D treatment (100cm×30cm), A (70cm×70cm), C (100cm×50cm), E (120cm×50cm) and B (100cm×100cm), though yield differences among C,E, and B were not statistically significant.

The percent oil content of citronella grass as affected by different spacing varied with loactions, and the difference among treatments were small. Only in the the third year, a somewhat large differencs were appeared with a highest oil percent on treatment A. For this reason, the oil yield of treatment A was higher than that of D, while in the first and second year, the oil yield of five treatments were in the same manner as in the grass yield.

The citronella content of the oil of different spacings were also varied with locations and harvesting time. In some cases, the narrow spacings as treatment D and E seems have had disadvantage effect on citronella content, and the content in treatment B was high in general.



圖一：不同栽植距離下的香茅草生長狀況

Fig. 1: The growth of citronella grass at different spacings